

## Beschreibung

## Verfahren zur Überwachung eines Drehratensensors

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung eines Drehratensensors mit einem Vibrationskreisel, der ein Bandfilter darstellt und Teil mindestens eines Regelkreises ist, der aus Digital- und Analog-Komponenten besteht und der den Vibrationskreisel durch Zuführung eines Erregersignals mit  
10 seiner Eigenfrequenz erregt, wobei dem Vibrationskreisel ein Ausgangssignal entnehmbar ist, aus dem durch Filterung und Verstärkung das Erregersignal und ein Drehratensignal abgeleitet werden.
- 15 Beispielsweise aus EP 0 461 761 B1 sind Drehratensensoren bekannt geworden, bei welchen ein Vibrationskreisel in zwei radial ausgerichteten Achsen angeregt wird, wozu ein primärer und ein sekundärer Regelkreis mit entsprechenden Wandlern an dem Vibrationskreisel vorgesehen sind. Werden derartige Drehratensensoren in Fahrzeugen zur Stabilisierung der Fahrzeugbewegung eingesetzt, so können durch Ausfall oder fehlerhafte Funktion Gefährdungen auftreten. Um diese zu vermeiden, ist  
20 eine Funktionsüberwachung des Drehratensensors erforderlich.
- 25 Eine solche Überwachung ist mit dem erfindungsgemäßen Verfahren dadurch möglich, dass mit Hilfe von redundanten Analog-Komponenten und mindestens einem Analog/Digital-Wandler Analogsignale gemessen und charakteristische Werte innerhalb der Digital-Komponenten gelesen und jeweils mit Grenzwerten ver-  
30 glichen werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht eine weitgehend vollständige Überwachung des Drehratensensors während des Be-

triebes, wobei Fehler sowohl in den Analog-Komponenten als auch in den Digital-Komponenten erkannt werden. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass in Kombination mit dem erfindungsgemäßen Verfahren oder innerhalb von Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens Maßnahmen zu einer weiteren Überwachung zu gegebenen Zeitpunkten, beispielsweise beim Einschalten des Drehratensensors, insbesondere beim Einschalten der Zündung oder beim Stillstand des Kraftfahrzeugs, durchgeführt werden können.

10

Eine Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass ferner das Erregersignal mit einem Modulationssignal moduliert wird, dessen Frequenz innerhalb des Durchlassbereichs des Bandfilters, jedoch außerhalb des Frequenzbereichs des Drehratensignals liegende Seitenbänder bewirkt, dass die Amplitude des Modulationssignals im Ausgangssignal gemessen wird und dass eine Fehlermeldung abgegeben wird, wenn die Amplitude unter einem vorgegebenen Schwellwert liegt.

20

Durch diese Weiterbildung ist eine Überwachung der Funktion des gesamten Regelkreises einschließlich des Vibrationskreises während des Betriebes möglich, ohne dass die Funktion des Drehratensensors in irgendeiner Weise beeinflusst wird.

25

Die Weiterbildung kann derart ausgeführt sein, dass das Ausgangssignal nach Verstärkung und Analog/Digital-Wandlung in eine Inphase- und eine Inphase- und eine Quadratur-Komponente demoduliert wird, dass die Inphase- und die Quadratur-Komponente nach Filterung wieder moduliert und zum Erregersignal zusammengesetzt werden und dass das Modulationssignal den demodulierten Komponenten hinzugefügt wird.

30

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Weiterbildung besteht darin, dass den demodulierten Komponenten vor dem Hinzufügen des Modulationssignals Messsignale entnommen werden, welche synchron demoduliert werden. Dabei ist vorzugsweise vorgesehen, dass Messsignale vor und nach einer Filterung der demodulierten Ausgangssignale abgeleitet werden.

Da die durch die Modulation entstandenen Seitenbänder und damit auch das Modulationssignal sowie die Messsignale äußerst geringe Amplituden aufweisen, kann zur Unterdrückung des Rauschens vorgesehen sein, dass die synchron demodulierten Messsignale über eine vorgegebene Zeit integriert werden und dass der Wert des Integrals mit dem vorgegebenen Schwellwert verglichen wird. Alternativ kann das Verfahren auch derart ausgebildet sein, dass die synchron demodulierten Messsignale integriert werden und dass die Zeit gemessen wird, bis die integrierten Messsignale einen vorgegebenen Schwellwert erreichen.

Bei den bekannten Vibrationskreiseln hat es sich als günstig herausgestellt, wenn das Modulationssignal eine Frequenz von 200 Hz aufweist.

Eine andere Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass das Drehratensignal vom Ausgang des Drehratensensors gelesen und mit einem Ausgangsstufen zugeführten Drehratensignal verglichen wird. Hiermit ist insbesondere eine Überprüfung der Ausgangsstufen daraufhin möglich, ob das Drehratensignal fehlerfrei weitergeleitet wird.

30

Eine Überprüfung des an ein anderes System weitergeleiteten Drehratensignals kann dadurch durchgeführt werden, dass ein

an den Ausgang angeschlossenes System das Drehratensignal an seinem Eingang zur Prüfung zurücksendet.

Eine andere Weiterbildung der Erfindung besteht darin, dass  
5 die Digital- und Analog-Komponenten laufend von Kontrollkomponenten kontrolliert werden und dass Überwachungskomponenten die Kontrollkomponenten mindestens einmal während eines Betriebszyklus überwachen.

10 Ein Vorteil dieser Weiterbildung besteht darin, dass durch die laufende Überwachung schnelle Fehlermeldungen möglich sind, die dem Benutzer und übergeordneten Systemen den Fehler und damit das eventuell fehlerhafte Drehratensignal melden. Diese schnelle Reaktion wird ergänzt durch eine Überwachung  
15 der Kontrollkomponenten, so dass auch Fehler gemeldet werden, die zwar nicht unmittelbar zu einem falschen Drehratensignal führen, jedoch bei Auftreten eines zweiten Fehlers zu Gefährdungen führen können. Eine Redundanz der Digital- und Analog-Komponenten ist dazu nur in einem geringen Umfang erforderlich.  
20 lich.

Die Erfindung lässt zahlreiche Ausführungsformen zu. Eine davon ist schematisch in der Zeichnung anhand mehrerer Figuren dargestellt und nachfolgend beschrieben. Es zeigt:

25

Figur 1 ein Blockschaltbild eines Drehratensensors,

Figur 2 eine detailliertere Darstellung des Drehratensensors nach Fig. 1 und

30

Figur 3 einen sekundären Regelkreis im Drehratensensor.

Das Ausführungsbeispiel sowie Teile davon sind zwar als Blockschaltbilder dargestellt. Dieses bedeutet jedoch nicht, dass die erfindungsgemäße Anordnung auf eine Realisierung mit Hilfe von einzelnen den Blöcken entsprechenden Schaltungen  
5 beschränkt ist. Die erfindungsgemäße Anordnung ist vielmehr in besonders vorteilhafter Weise mit Hilfe von hochintegrierten Schaltungen realisierbar. Dabei können Mikroprozessoren eingesetzt werden, welche bei geeigneter Programmierung die in den Blockschaltbildern dargestellten Verarbeitungsschritte  
10 durchführen.

Figur 1 zeigt ein Blockschaltbild einer Anordnung mit einem Vibrationskreis 1 mit zwei Eingängen 2, 3 für ein primäres Erregersignal PD und ein sekundäres Erregersignal SD. Die Er-  
15 regung erfolgt durch geeignete Wandler, beispielsweise elektromagnetische. Der Vibrationskreis weist ferner zwei Ausgänge 4, 5 für ein primäres Ausgangssignal PO und ein sekundäres Ausgangssignal SO auf. Diese Signale geben die jeweilige Vibration an räumlich versetzten Stellen des Kreises wie-  
20 der. Derartige Kreise sind beispielsweise aus EP 0 307 321 A1 bekannt und beruhen auf der Wirkung der Corioliskraft.

Der Vibrationskreis 1 stellt ein Filter hoher Güte dar, wobei die Strecke zwischen dem Eingang 2 und dem Ausgang 4 Teil  
25 eines primären Regelkreises 6 und die Strecke zwischen dem Eingang 3 und dem Ausgang 5 Teil eines sekundären Regelkreises 7 ist. Der primäre Regelkreis 6 dient zur Anregung von Schwingungen mit der Resonanzfrequenz des Vibrationskreises von beispielsweise 14 kHz. Die Anregung erfolgt dabei in ei-  
30 ner Achse des Vibrationskreises, zu welcher die für den sekundären Regelkreis benutzte Schwingungsrichtung um 90° versetzt ist. Im sekundären Regelkreis 7 wird das Signal SO in eine Inphase- und eine Quadratur-Komponente aufgespalten, von

denen eine über ein Filter 8 einem Ausgang 9 zugeleitet wird, von welchem ein der Drehrate proportionales Signal abnehmbar ist.

- 5 In beiden Regelkreisen 6, 7 erfolgt ein wesentlicher Teil der Signalverarbeitung digital. Die zur Signalverarbeitung erforderlichen Taktsignale werden in einem quarzgesteuerten digitalen Frequenz-Synthesizer 10 erzeugt, dessen Taktfrequenz im dargestellten Beispiel 14,5 MHz beträgt.

10

Bei dem Blockschaltbild gemäß Figur 2 sind Komponenten in Sektionen 64, 65, 66 aufgeteilt. Dabei sind in einer Funktionssektion 64 alle Komponenten zusammengefasst, die der eigentlichen Funktion des Drehratensensors dienen. Eine Kontrollsektion 65 enthält Komponenten zur laufenden Kontrolle der Komponenten in der Funktionsséktion 64. Eine Überwachungssektion 66 enthält Komponenten, die von Zeit zu Zeit die Komponenten der Kontrollsektion 65 überwachen. So sind beispielsweise zum Betrieb des Vibrationskreisels 1 zwei Verstärker 11, 11', ein Analog/Digital-Wandler 12 und ein Digital/Analog-Wandler 13 vorgesehen. Weitere Komponenten, beispielsweise Filter, sind zum Verständnis der Erfindung nicht erforderlich und daher nicht näher dargestellt und erläutert. Die vom Vibrationskreisel 1 abgenommenen, bei 11 verstärkten und bei 12 digitalisierten Signale werden bei 14 digital verarbeitet, woraus ein Treibersignal entsteht, das über den Digital/Analog-Wandler 13 und den Verstärker 11' einem Eingang des Vibrationskreisels zugeführt wird.

- 30 Beim Einschalten werden aus einem nichtflüchtigen Speicher 14' Abgleichdaten geladen. Über einen Mikrocomputer 15 werden aus der digitalen Signalverarbeitung 14 Daten entnommen, welche das Drehratensignal beinhalten, und über eine UART/SPI-



Schnittstelle 16 einem weiteren Mikrocomputer 17 zugeleitet. Dieser führt ein digitales Drehratensignal an den Ausgang 9. Parallel dazu ist an die digitale Signalverarbeitung 14 ein Digital/Analog-Wandler 18 angeschlossen, an dessen Ausgang 9' ein analoges Drehratensignal anliegt.

Die Kontrollsektion 65 wird im Wesentlichen von einer Selbstdiagnose 19 durch den Mikrocomputer gebildet, wobei Daten der digitalen Signalverarbeitung 14 zur Verfügung stehen. Außerdem weist die Kontrollsektion 65 zur Prüfung von Analog-Komponenten der Funktionssektion 64 einen von der Selbstdiagnose 19 steuerbaren Testsignalinjektor 20 auf, der analoge Testsignale an wählbaren Stellen den Analogschaltungen der Funktionssektion 64 zuführen kann. Mehrere Punkte der Analogschaltungen der Funktionssektion 64 sind mit einem Multiplexer 21 verbunden, so dass ein wählbares Analogsignal kontrolliert werden kann.

Für den Fall, dass eines dieser Analogsignale eine kleinere Amplitude aufweisen sollte, ist ein Verstärker 22 vorgesehen. Bei dem Ausführungsbeispiel sind die zu kontrollierenden Analogsignale trägerfrequent. Deshalb schließt sich an den Multiplexer 21 ein Demodulator 23 an. Nach einer Analog/Digital-Wandlung 24 kann die Selbstdiagnose 19 auf die zu kontrollierenden Analogsignale zugreifen. Zur weiteren Prüfung erhält die Selbstdiagnose 19 vom Ausgang 9' das analoge Ausgangssignal und vom Ausgang 67 das Alarmsignal. Stellt die Selbstdiagnose 19 einen Fehler fest, wird über die Oderschaltung 68 und den Ausgang 67 ein Alarmsignal abgegeben. Zusätzlich erfolgt eine Alarmsignalisierung über ein Statusbit im Datentelegramm der UART/SPI-Schnittstelle.

Die Überwachung des Programmlaufs im Mikrocomputer, sowie des Vorhandenseins eines Taktsignals und die einwandfreie Funktion der Speicher werden in der Überwachungssektion 66 mit Hilfe eines Taktdetektors 69, eines Watchdogs 70 und einer  
5 RAM/ROM-Prüfung 71 durchgeführt. Stellt eine dieser Komponenten einen Fehler fest, wird über die Oderschaltung 68 und den Ausgang 67 ein Alarmsignal ausgegeben. Über einen Eingang 72 kann eine Selbstdiagnose gestartet werden, beispielsweise bei Wartungsarbeiten oder in einer Betriebspause des Fahrzeugs.

10

Der sekundäre Regelkreis 7 ist in Figur 3 als Blockschaltbild dargestellt und enthält einen Verstärker 25, ein Anti-Alias-Filter 26 und einen Analog/Digital-Wandler 27. Mit Hilfe von Multiplizierern 28, 29, denen das verstärkte und digitalisierte Signal  $S_0$  und Träger  $T_{i1}$  und  $T_{q1}$  zugeführt werden, erfolgt eine Aufspaltung in Realteil und Imaginärteil.

15

Beide Komponenten durchlaufen anschließend je ein  $(\sin x/x)$ -Filter 30, 31 und ein Tiefpassfilter 32, 33. Aus dem gefilterten Realteil werden mit Hilfe einer Aufbereitungsschaltung  
20 34 zwei Signale  $R_1$  und  $R_2$  abgeleitet, welche die mit dem Drehratensensor zu messende Drehrate darstellen. Die Signale  $R_1$  und  $R_2$  unterscheiden sich dadurch, dass das Signal  $R_2$  nicht den gesamten durch die verwendete Schaltungstechnik  
25 möglichen Amplitudenbereich von beispielsweise 0V bis +5V einnimmt. Zur Ausgabe einer Fehlermeldung wird das Signal  $R_2$  auf Null gelegt, was das angeschlossene System als Fehlermeldung erkennt.

30

Den Tiefpassfiltern 32, 33 ist je ein Addierer 35, 36 nachgeschaltet. Anschließend erfolgt mit Hilfe von Multiplizierern 37, 38 eine Remodulation beider Komponenten  $S_i$  bzw.  $S_q$  mit Trägern  $T_{i2}$  und  $T_{q2}$ . Eine Addition bei 39 ergibt wieder eine



14-kHz-Schwingung, die in einem Ausgangstreiber 40 in einen zur Anregung des Vibrationskreisels 1 geeigneten Strom umgewandelt wird.

5 Zur Kontrolle des sekundären Regelkreises wird in einem Generator 41 ein Modulationssignal von 200 Hz erzeugt. In zwei Multiplizierern 42, 43 wird dieses Signal mit Konstanten  $k_1$  und  $k_2$  multipliziert, die einstellbar sind bzw. bei Einschalten aus einem Speicher geladen werden, wodurch unabhängig  
10 voneinander die Amplituden des Modulationssignals für die beiden Komponenten einstellbar ist. In anschließenden Addierern 44, 45 werden einstellbare Vorspannungen  $k_3$  und  $k_4$  hinzuaddiert. Die somit abgeleiteten Komponenten des Modulationssignals werden in den Addierern 35 und 36 den beiden Kom-  
15 ponenten des demodulierten Ausgangssignals hinzuaddiert. Durch die anschließenden Multiplizierer 37, 38 und den Addierer 39 wird dann das Trägersignal mit dem wieder zusammengefassten demodulierten Ausgangssignal und zusätzlich mit dem Modulationssignal moduliert.

20 Die vom Ausgang 5 des Vibrationskreisels nach Verstärkung, Anti-Alias-Filterung 26, Analog/Digital-Wandlung und Demodulation bei 28, 39 gewonnenen Komponenten werden jeweils vor den Filtern 32, 33 und nach den Filtern 32, 33 abgegriffen  
25 und als Messsignale einem Multiplexer 46 zugeführt, dessen Ausgang mit einem Multiplizierer 47 verbunden ist, der als Synchron-Demodulator dient. Dessen Ausgangssignal wird bei 48 über eine größere Anzahl von Perioden integriert und einer Schwellwertschaltung 49 zugeleitet. Das Vorhandensein des Mo-  
30 dulationssignals wird dadurch festgestellt, dass innerhalb einer vorgegebenen Zeit das Integral einen vorgegebenen Schwellwert überschreitet, was einen Mikrocomputer 53 zu einer Fehlermeldung veranlasst.

Neben dieser Überwachung des sekundären Regelkreises befinden sich noch andere Kontrolleinrichtungen bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 3. So sind beispielsweise Messpunkte, die nach und nach mit Hilfe eines Multiplexers 51 mit dem Eingang eines Analog/Digital-Wandlers 52 verbunden werden, an verschiedenen Stellen des Drehratensensors angeordnet und mit einem Rhombus gekennzeichnet. Der Wert am Ausgang des Analog/Digital-Wandlers 52 stellt also jeweils die Größe eines der gemessenen Analogsignale dar und kann unmittelbar von einem Mikrocomputer 53 überwacht oder über einen Spitzenwertdetektor 54 an den Mikrocomputer 53 weitergeleitet werden.

Als hiermit zu messende und damit zu überwachende Analogsignale sind beispielhaft aufgeführt: das Ausgangssignal des Verstärkers 25, das Ausgangssignal der Treiberschaltung 40, das Ausgangssignal des Anti-Alias-Filter 26. Weitere Messpunkte können in nicht dargestellten Schaltungen, beispielsweise Spannungsversorgungsschaltungen oder am Analogausgang 9' (Figur 2) vorgesehen sein.

20

Wegen der geringen Amplitude und des geringen Störabstandes kann das Ausgangssignal S0 des Vibrationskreises 1 nicht unmittelbar gemessen werden, deshalb ist parallel zum Verstärker 25 ein redundanter Verstärker 55 vorgesehen, dessen Ausgang ebenfalls einen der Messpunkte darstellt. Durch einen Vergleich beider Ausgangsspannungen kann festgestellt werden, ob das Ausgangssignal S0 des Vibrationskreises 1 oder einer der Verstärker 25, 55 fehlerhaft ist.

30 Dem Analog/Digital-Wandler 27 ist ein redundanter Analog/Digital-Wandler 56 zugeordnet, dessen Ausgang vom Mikrocomputer 53 ebenso wie der Ausgang des Analog/Digital-Wandlers 27 abgefragt werden kann. Ein Vergleich der Aus-

gangswerte beider Analog/Digital-Wandler lässt ebenfalls Rückschlüsse auf Defekte bei den Analog/Digital-Wandlern oder bei den vorangegangenen Schaltungen zu.

- 5 Zur Kontrolle des Drehratensignals befindet sich in der Anordnung nach Figur 2 eine redundante Aufbereitungsschaltung 57, deren Ausgang ebenfalls vom Mikrocomputer 53 abgefragt werden kann. Durch einen Vergleich mit den Ausgangswerten der Aufbereitungsschaltung 34 sind ebenfalls Rückschlüsse auf die
- 10 Art der Fehler möglich, insbesondere ob eine der Aufbereitungsschaltungen 34, 57 fehlerhaft arbeitet.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung eines Drehratensensors mit einem Vibrationskreisel, der ein Bandfilter darstellt und  
5 Teil mindestens eines Regelkreises ist, der aus Digital- und Analog-Komponenten besteht und der den Vibrationskreisel durch Zuführung eines Erregersignals mit seiner Eigenfrequenz erregt, wobei dem Vibrationskreisel ein Ausgangssignal entnehmbar ist, aus dem durch Filterung  
10 und Verstärkung das Erregersignal und ein Drehratensignal abgeleitet werden, d a d u r c h g e k e n n - z e i c h n e t , dass mit Hilfe von redundanten Analog-Komponenten und mindestens einem Analog/Digital-Wandler Analogsignale gemessen und charakteristische Werte innerhalb der Digital-Komponenten gelesen und jeweils mit  
15 Grenzwerten verglichen werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n - z e i c h n e t , dass ferner das Erregersignal mit einem  
20 Modulationssignal moduliert wird, dessen Frequenz innerhalb des Durchlassbereichs des Bandfilters, jedoch außerhalb des Frequenzbereichs des Drehratensignals liegende Seitenbänder bewirkt, dass die Amplitude des Modulationssignals im Ausgangssignal gemessen wird und dass  
25 eine Fehlermeldung abgegeben wird, wenn die Amplitude unter einem vorgegebenen Schwellwert liegt.
3. Verfahren nach Anspruch 2, d a d u r c h g e k e n n - z e i c h n e t , dass das Ausgangssignal nach Verstärkung und Analog/Digital-Wandlung in eine Inphase- und  
30 eine Quadratur-Komponente demoduliert wird, dass die Inphase- und die Quadratur-Komponente nach Filterung wieder moduliert und zum Erregersignal zusammengesetzt

werden und dass das Modulationssignal den demodulierten Komponenten hinzugefügt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,  
5       zeichnet, dass den demodulierten Komponenten vor dem Hinzufügen des Modulationssignals Messsignale entnommen werden, welche synchron demoduliert werden.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet,  
10       zeichnet, dass Messsignale vor und nach einer Filterung der demodulierten Ausgangssignale abgeleitet werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 oder 5, da-  
15       durch gekennzeichnet, dass die synchron demodulierten Messsignale über eine vorgegebene Zeit integriert werden und dass der Wert des Integrals mit dem vorgegebenen Schwellwert verglichen wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 oder 5, da-  
20       durch gekennzeichnet, dass die synchron demodulierten Messsignale integriert werden und dass die Zeit gemessen wird, bis die integrierten Messsignale einen vorgegebenen Schwellwert erreichen.
- 25
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 7, da-  
      durch gekennzeichnet, dass das Modulationssignal eine Frequenz von 200 Hz aufweist.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
30       dadurch gekennzeichnet, dass das Drehratensignal vom Ausgang des Drehratensensors gelesen

und mit einem Ausgangsstufen zugeführten Drehratensignal verglichen wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
5       dadurch gekennzeichnet, dass ein an  
den Ausgang angeschlossenes System das Drehratensignal  
an seinem Eingang zur Prüfung zurücksendet.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
10       dadurch gekennzeichnet, dass die Di-  
gital- und Analog-Komponenten laufend von Kontrollkompo-  
nenten kontrolliert werden und dass Überwachungskompo-  
nenten die Kontrollkomponenten mindestens einmal während  
eines Betriebszyklus überwachen.



1/2

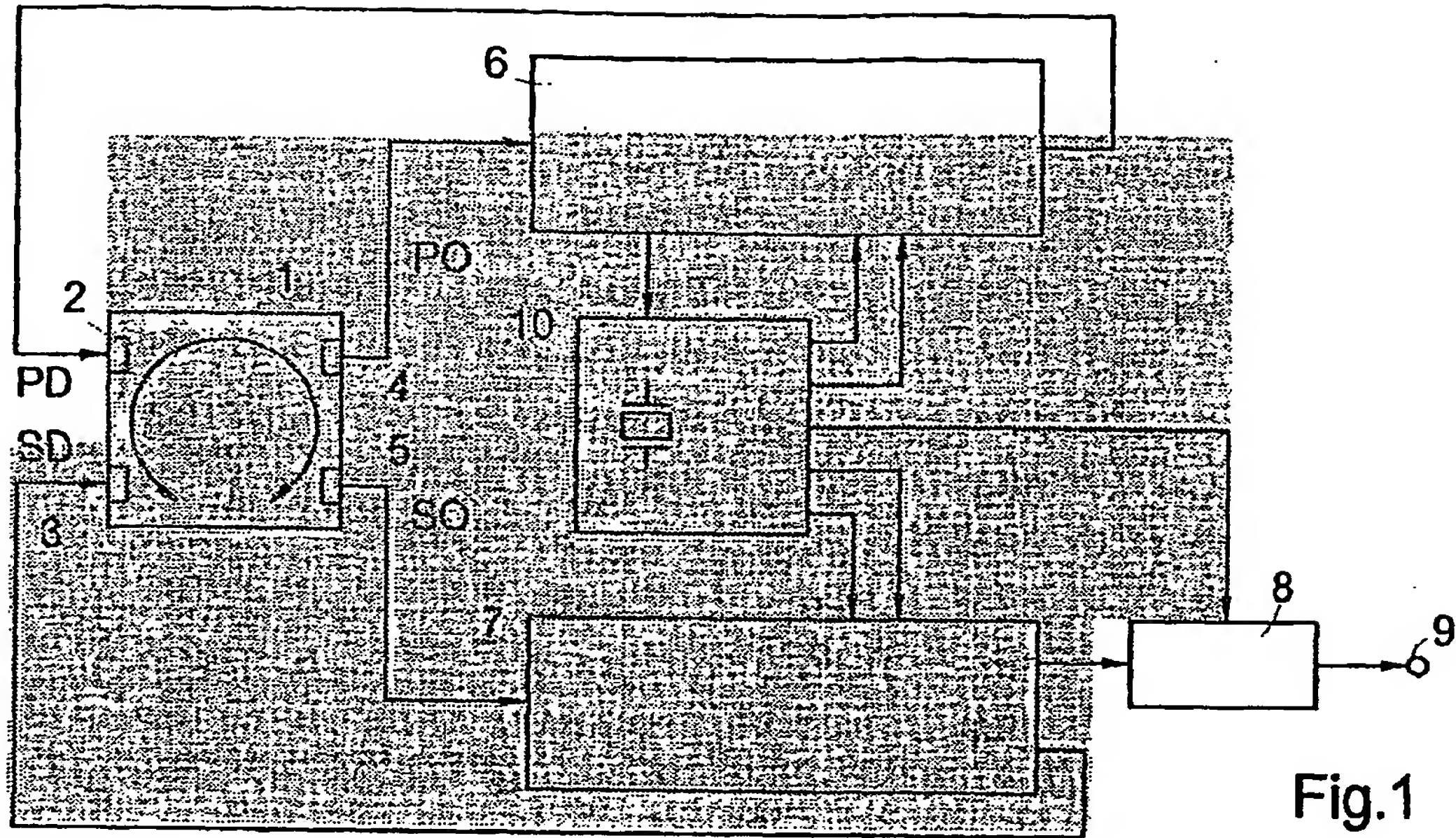


Fig.1

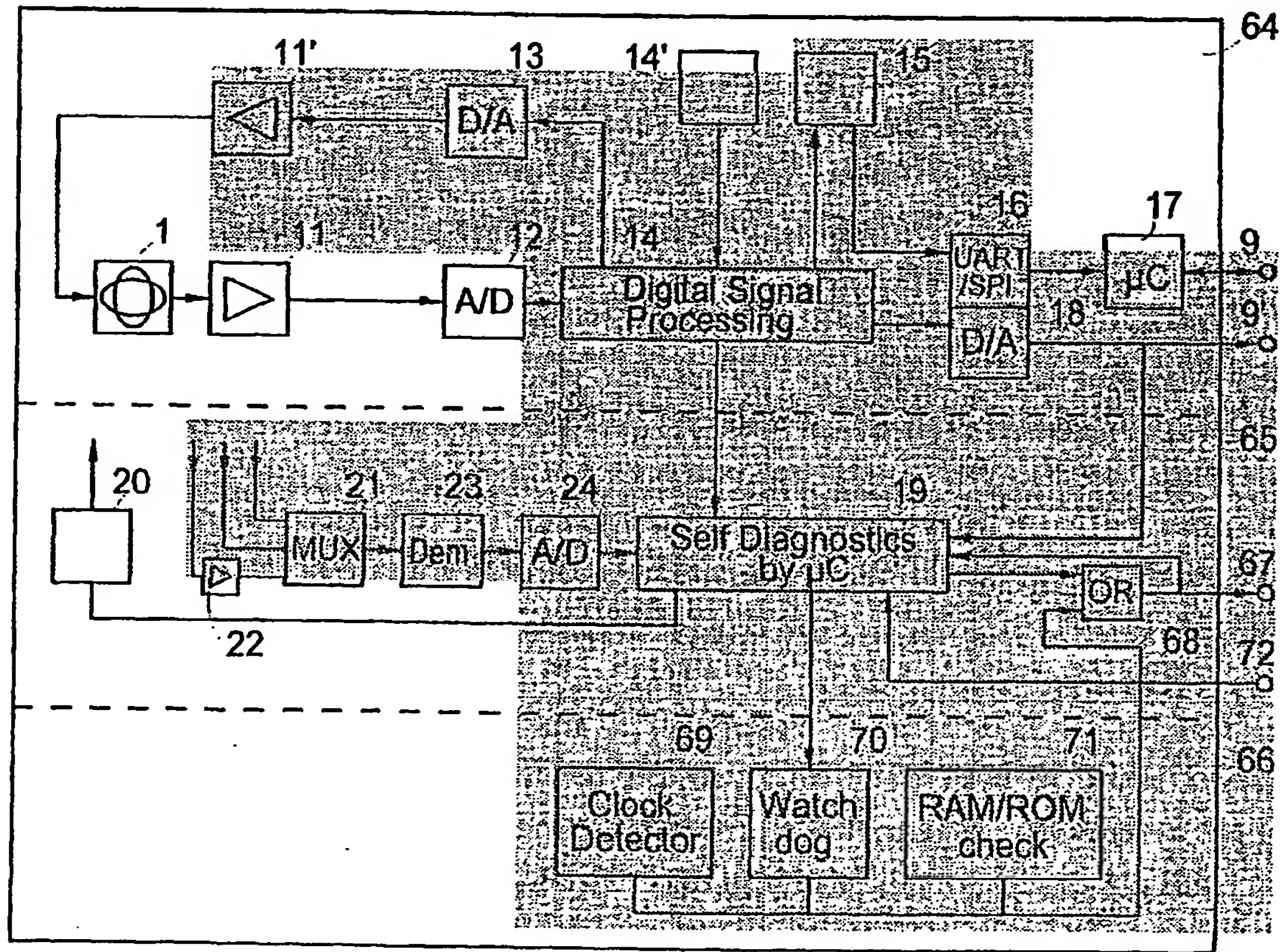
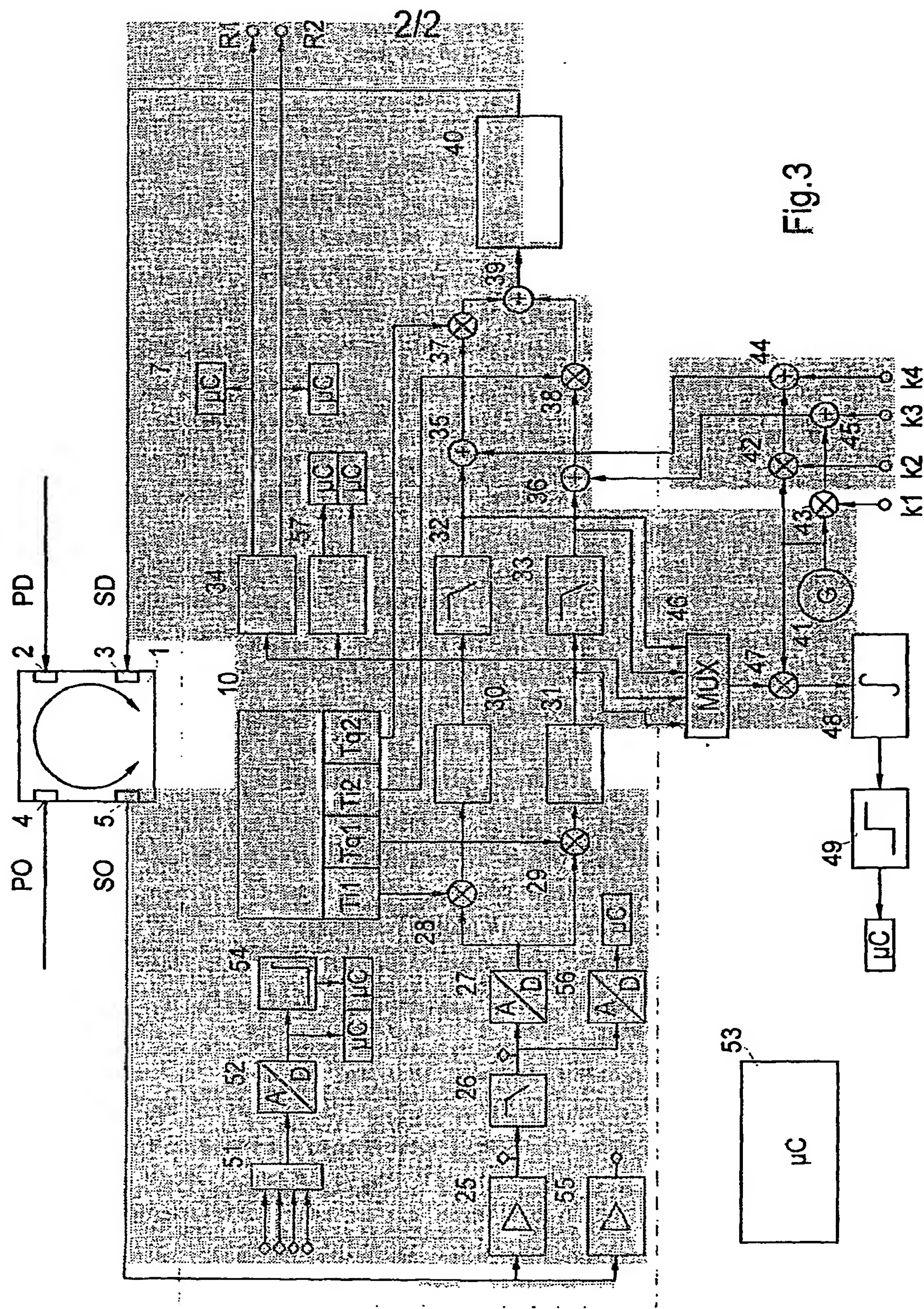


Fig.2





# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 2004/050941

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 G01C19/56 G01P9/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 G01C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2002/178813 A1 (BABALA MICHAEL L) 5 December 2002 (2002-12-05)	1
Y	paragraphs '0032! - '0035! -----	2
Y	DE 198 45 185 A (DAIMLER CHRYSLER AG) 20 April 2000 (2000-04-20) column 4, line 29 - line 55 -----	2

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 September 2004

Date of mailing of the international search report

06/10/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Hoekstra, F

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No  
PCT/EP2004/050941

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 2002178813	A1	05-12-2002	EP	1265053 A1	11-12-2002
DE 19845185	A	20-04-2000	DE	19845185 A1	20-04-2000
			CN	1320207 T	31-10-2001
			WO	0020826 A1	13-04-2000
			EP	1123485 A1	16-08-2001
			JP	2002526761 T	20-08-2002
			US	6564637 B1	20-05-2003



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP 2004/050941

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 G01C19/56 G01P9/04

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 G01C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2002/178813 A1 (BABALA MICHAEL L) 5. Dezember 2002 (2002-12-05)	1
Y	Absätze '0032! - '0035! -----	2
Y	DE 198 45 185 A (DAIMLER CHRYSLER AG) 20. April 2000 (2000-04-20) Spalte 4, Zeile 29 - Zeile 55 -----	2

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*8\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

30. September 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

06/10/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2260 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Hoekstra, F

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 2004/050941

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2002178813	A1	05-12-2002	EP	1265053 A1	11-12-2002
DE 19845185	A	20-04-2000	DE	19845185 A1	20-04-2000
			CN	1320207 T	31-10-2001
			WO	0020826 A1	13-04-2000
			EP	1123485 A1	16-08-2001
			JP	2002526761 T	20-08-2002
			US	6564637 B1	20-05-2003



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**